



12

Gebrauchsmuster

U 1

- (11) Rollennummer G 93 20 524.4
- (51) Hauptklasse F04B 35/04
- Nebenklasse(n) F04B 49/06 H02K 29/06
- H02K 5/128 H02P 6/00
- H02P 1/52 F25B 49/02
- F25B 1/00
- (22) Anmeldetag 04.06.93
- (67) aus P 43 18 606.8
- (47) Eintragungstag 25.08.94
- (43) Bekanntmachung
im Patentblatt 06.10.94
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes
Kältekompressor
- (73) Name und Wohnsitz des Inhabers
Arnold Müller GmbH & Co KG, 73230 Kirchheim, DE
- (74) Name und Wohnsitz des Vertreters
Kratzsch, V., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 73728
Esslingen

030504

Patentanwalt	Mülbergerstr. 65	Zugelassener Vertreter beim
Dipl.-Ing. Volkhard Kratzsch	D-7300 Esslingen	Europäischen Patentamt
	Postfach 90	European Patent Attorney
	Telefon 07 11/317000	Deutsche Bank Esslingen 210906
	Telefax 07 11/313248	Postgiroamt Stuttgart 10004-701

Arnold Müller GmbH & Co. KG
7312 Kirchheim/Teck

4.6.1993
Anwaltsakte 5506 -A

Kältekompressor

Die Erfindung betrifft einen Kältekompressor für Kühlaggregate, Klimaanlage, Wärmepumpen u.dgl., der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei einem bekannten Kältekompressor für eine Kältemaschine (DE 37 40 767 A1) ist der als Asynchronmotor konzipierte Elektromotor mit in das als hermetisch verschlossene Kapsel ausgeführte Kompressorgehäuse einbezogen, so daß die Statorwicklung von dem Kältemittel in flüssiger oder gasförmiger Form umspült wird. Demzufolge muß die Statorwicklung gegen die üblichen Kältemittel beständig sein, und die elektrischen Zuleitungen der Statorwicklung müssen unter Aufrechterhaltung der hermetischen Abschließung der Kapsel mittels ebenfalls gegen das Kältemittel resistenter Stromdurchführungen durch die Kapselwand hindurchgeführt werden.

Durch die Verwendung neuer, FCKW freier Kältemittel stellt sich die Forderung nach Prüfung der Isolierstoffe für die Statorwicklung auf Verträglichkeit mit den neuen Kältemitteln und ggf. die Suche nach neuen geeigneten Werkstoffen für das Isoliermaterial der Statorwicklung.

030504

9320524

2

Um dies zu vermeiden, ist bei einem bekannten Kältekompressor der eingangs genannten Art der Stator mit Statorwicklung nicht in den Kältemittelkreislauf einbezogen, sondern von diesen hermetisch getrennt, was mittels des Spaltrohrtopfes aus 0,2 mm dickem Chrom-Nickel-Stahl erreicht wird, der unter Durchdringung des Luftspaltes zwischen Stator und Rotor den Rotor haubenartig umschließt und mit seiner Topföffnung kältemitteldicht mit dem Kompressorgehäuse verbunden ist. Damit ist nur der Kurzschlußläufer des als Asynchronmotor ausgebildeten Elektromotors vom Kältemittel umspült, der nicht korrosionsgefährdet ist. Die Unterbringung des Spaltrohrtopfes zwischen Stator und Rotor bedingt jedoch einen relativ großen Luftspalt im Asynchronmotor, wodurch sich dessen Wirkungsgrad erheblich verschlechtert. Messungen haben gezeigt, daß am Motor nur noch ein Wirkungsgrad von ca. 50% vorhanden ist. Damit ist der bekannte Kältekompressor nur für kleinere Leistungen (ca. 5 - 7 kW) geeignet, denn für höhere Leistungen ist der Energiebedarf zu hoch und damit der Betrieb äußerst unwirtschaftlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kältekompressor mit vom Kältemittel hermetisch getrenntem Stator der eingangs genannten Art mit einem wesentlich verbesserten Wirkungsgrad zu schaffen.

Die Aufgabe ist bei einem Kältekompressor der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Ausführung des Elektromotors als Synchronantrieb mit wicklungslosem Rotor, der ein permanentmagneterregter Synchronmotor oder ein Reluktanzmotor sein kann, ist der Stator mit Statorwicklung nach wie vor von dem Kältemittel

9320524

930524

hermetisch getrennt und der wicklungslose, mit Rotorpolen versehene, laminierte oder geblechte Rotor unempfindlich gegen jede Art von Kältemittel. Im Falle des Synchronmotors werden die Rotorpole von Permanentmagnetsegmenten und im Falle des Reluktanzmotors von Zähnen am Rotorumfang gebildet. Der für die Unterbringung des Spaltrohrtopfes erforderliche große Luftspalt wirkt sich beim Synchronmotor nicht nachteilig auf dessen Wirkungsgrad aus, da bei Verwendung von hochwertigen Magnetmaterialien für die Rotormagnete der volle magnetische Fluß erst bei einem größeren Luftspalt voll ausgenutzt werden kann, somit der für die Unterbringung des Spaltrohrtopfes benötigte große Luftspalt der optimalen Auslegung des Synchronmotors sogar entgegenkommt und sinnvoll ist. Der am Synchronmotor meßbare Wirkungsgrad beträgt bei dem erfindungsgemäßen Kältekompressor ca. 90%, liegt also deutlich über dem Wirkungsgrad des Kältekompressors mit Asynchronmotorantrieb. Das gleiche gilt für den Reluktanzmotor. Für den Anlauf des Synchronantriebs sorgt die Hochlaufhilfe, für die Anpassung der Leistung an den benötigten Kältebedarf des Kältekompressors die Drehzahlsteuerung. Da der Synchronantrieb über den gesamten Drehzahlstellbereich ein konstantes Moment abgibt, hat er die gleiche Antriebskennlinie wie der Kältekompressor, so daß dessen Leistungsabgabe proportional zur Drehzahl des Synchronantriebs ist. Beim Synchronmotor ist der Anlaufspitzenstrom proportional dem geforderten Anlaufdrehmoment und beträgt beispielsweise beim 2fachen Anzugsmoment des Nennmoments den 2fachen Nennstrom. Er liegt damit deutlich niedriger als der Anlaufspitzenstrom des Asynchronmotors bei dem bekannten Kältekompressor, der etwa das 5fache bis 6fache des Nennstroms beträgt. Damit werden bei dem erfindungsgemäßen Kältekompressor nachteilige Rückwirkungen auf das Versorgungsnetz beim Einschalten vermieden, was sich wiederum kostengünstig für den Betrieb des Kältekompressors auswirkt.

930524

930504

Ein Einphasen-Synchronmotor mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem diesen hermetisch abschließenden Spaltrohrtopf für eine Druckpumpe ist aus der DE 34 17 808 C2 bekannt. Diese Druckpumpe mit dem Einphasen-Synchronmotor kleiner Leistung wird zur Kühlung von Farbfernseh-Projektionsröhren verwendet, läßt sich jedoch nicht bei Kältekompressoren einsetzen, bei welchen eine sehr hohe Motorleistung erforderlich ist.

Aus der DE 34 24 402 C1 ist ein Dreiphasen-Synchronmotor mit Permanentmagneterregung bekannt, der zum Hochlauf und zur Drehzahlsteuerung einen selbstgeführten Stromrichter aufweist, der von einer übergeordneten Steuerung und Regelung, die eine Information über Drehzahl und Lage des Rotors des Synchronmotors erhält, angesteuert wird.

Zweckmäßige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Kältekompressors mit vorteilhaften Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen angegeben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Hoch- oder Anlaufhilfe sowie die Drehzahlsteuerung mittels eines Frequenzumrichters mit variabler Ausgangsfrequenz realisiert, der beim Einschalten des Kältekompressors mit der Frequenz Null gestartet wird und mit anwachsender Frequenz den Synchronantrieb selbständig mit einem maximalen Anlaufmoment hochlaufen läßt, das proportional zum Anlaufspitzenstrom ist. Um diesen Vorgang automatisch ablaufen zu lassen und um die Drehzahl des Synchronantriebs nach dessen Hochlauf und damit die Leistung des Kältekompressors steuern zu können, wird ein Mikroprozessor verwendet. Bei geeigneter Mikroprozessorsteuerung kann dann die Ausgangsleistung des Synchronantriebs entsprechend den Anforderungen des

930504

930524

Kältebedarfs bei Kälteaggregaten oder Klimaanlage oder des Wärmebedarfs bei Wärmepumpen eingestellt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird dem Mikroprozessor laufend die momentane Verdampfertemperatur (beim Einsatz des Kältekompressors in einer Klimaanlage oder einem Kälteaggregat) oder die momentane Kondensatortemperatur (beim Einsatz des Kältekompressors in einer Wärmepumpe) zugeführt, und der Mikroprozessor stellt in Abhängigkeit von diesen Temperaturwerten die Drehzahl des Synchronantriebs und damit die Leistung des Kältekompressors ein. Bevorzugt wird dabei die Drehzahleinstellung so vorgenommen, daß bis Erreichen eines vorgegebenen Temperaturwertes am Verdampfer bzw. am Kondensator die Drehzahl maximal ist und danach soweit reduziert wird, daß der vorgegebene Temperaturwert konstant gehalten wird. Für einen Tiefkühlraum, der mit einem mit dem erfindungsgemäßen Kältekompressor ausgestatteten Kälteaggregat gekühlt wird, bedeutet dies, daß der Kühlraum solange mit maximaler Drehzahl des Kältekompressors gekühlt wird, bis die gewünschte Kühlraumtemperatur erreicht ist, und daß von diesem Zeitpunkt an eine Drehzahlabsenkung des Kältekompressors mit entsprechend der Drehzahlreduzierung gleichzeitiger Leistungsreduzierung erfolgt. Für ein Wohnhaus, das mit einer mit dem erfindungsgemäßen Kältekompressor ausgestatteten Wärmepumpe geheizt wird, bedeutet dies, daß bei kaltem Haus mit maximaler Drehzahl des Kältekompressors und damit verbundener maximaler Kälteleistung das Haus erwärmt wird, bis die gewünschte Raumtemperatur erreicht ist, wonach ab diesem Zeitpunkt nur noch mit minimalem Leistungsbedarf die gewünschte Raumtemperatur aufrechterhalten bleibt. Dadurch läßt sich insgesamt sehr viel Energie einsparen.

930524

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Sensor zur Drehstellungserfassung des Rotors vorgesehen, dessen Drehstellungssignal vom Mikroprozessor zur Steuerung des Frequenzumrichters herangezogen wird. Damit kann sowohl der Hochlauf des Synchronantriebs verbessert als auch eine Drehzahlregelung durchgeführt werden.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Kältekompressors,

Fig. 2 ein Schaltbild des Kältekompressors in Fig. 1.

Der in Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte Kältekompressor kann im Kältemittelkreislauf eines Kühlaggregats, auch Kältemaschine genannt, einer Klimaanlage oder einer Wärmepumpe eingesetzt werden. Hierzu sind am Kompressorgehäuse 10 zwei Anschlüsse 11,12 für den Kältemittelkreislauf vorgesehen, wobei über den einen Anschluß 11 das Kältemittel zuströmt und über den anderen Anschluß 12 das verdichtete Kältemittel abströmt. Das Kompressorgehäuse 10 ist hermetisch gegen Kältemittelaustritt verschlossen und weist in seinem Innern zwei jeweils als Hubkolben ausgebildete Kompressorelemente 13,14 zur Kältemittelverdichtung auf, die über zwei Pleuelstangen 30,31 von einer als gekröpfte Kurbelwelle ausgebildeten Kompressorwelle 15 gegenläufig und quer zur Kompressorwelle 15 zur Hubbewegung angetrieben werden. Die Kompressorwelle 15 ist im Kompressorgehäuse 10 gelagert und ragt mit einem Wellenstummel 151 aus dem Kompressorgehäuse 10 heraus. Auf den Wellenstummel 151 ist der Rotor 16 eines elektrischen Antriebsmotors drehfest aufgesetzt, der unter Belassung eines Luftspaltes 17 von einem Stator 18 mit Statorwicklung 19 konzentrisch umschlossen ist. Der

9320524U1

7

elektrische Antriebsmotor ist als Synchronantrieb mit wicklungslosem Läufer oder Rotor 16, im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 als Dreiphasen-Synchronmotor 24 mit permanentmagnetischer Erregung ausgebildet. Der Rotor 16 trägt eine der Polzahl entsprechende Anzahl von Permanentmagnetsegmenten 20, und der Stator 18 ist in bekannter Weise aus einem Blechpaket 21 aufgebaut, in dessen Axialnuten die als Dreiphasenwicklung ausgebildete Statorwicklung 19 eingelegt ist. Der Stator 18 mit Statorwicklung 19 ist außen von einer bis zum Kompressorgehäuse 10 reichenden Haube 33 abgedeckt und innen mittels eines Spaltrohrtopfes 22 hermetisch gegen das Kältemittel abgeschlossen, so daß die Isolation der Statorwicklung 19 ausschließlich nach elektrischen Gesichtspunkten ausgewählt werden kann und nicht zusätzlich resistent gegen das meist aggressive Kältemittel sein muß. Der zur Motorachse koaxial angeordnete Spaltrohrtopf 22 umschließt dabei haubenartig den Rotor 16, wobei er sich mit seiner Rohrwand 221 durch den Luftspalt 17 hindurch erstreckt und mit einem an seiner Topföffnung 222 ausgebildeten Ringflansch 23 kältemitteldicht an dem Kompressorgehäuse 10 befestigt ist.

Der elektrische Anschluß des Synchronmotors 24 an das Drehstromnetz 25 ist aus dem in Fig. 2 dargestellten Schaltplan ersichtlich. Die elektrischen Zuleitungen sind in Fig. 1 mit 32 gekennzeichnet. Zum Hochlauf und zur Drehzahlsteuerung des Synchronmotors 24 ist die Statorwicklung 19 über einen Frequenzumrichter 26 mit variabler Ausgangsfrequenz an das Drehstromnetz 25 angeschlossen. Frequenzumrichter für den Betrieb von Synchronmotoren sind an sich bekannt, so daß auf deren Aufbau nicht näher eingegangen zu werden braucht. Beim Einschaltvorgang des Synchronmotors 24 startet der Frequenzumrichter 26 mit der Frequenz Null und ermöglicht damit den selbständigen Anlauf des Synchronmotors 24 mit

9320524U1

einem maximalen Anlaufmoment, das proportional zum Anlaufspitzenstrom ist. Der Frequenzumrichter 26 wird von einem Mikroprozessor 27 gesteuert. Der Mikroprozessor 27 erhält von einem Sensor 28 zur Detektion der Rotordrehstellung eine Information über die momentane Drehstellung des Rotors 16. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, besteht der Sensor 28 in bekannter Weise aus einem drehfest mit dem Rotor 16 verbundenen Geber 281 und einem am feststehenden Spaltrohrtopf 22 angeordneten Aufnehmer 282, dessen die Information über die Rotordrehstellung enthaltendes elektrisches Ausgangssignal dem Mikroprozessor 27 zugeführt ist.

Mit dem Frequenzumrichter 26 und dem Mikroprozessor 27 wird die Ausgangsdrehzahl des Synchronmotors 24 beliebig, und zwar entsprechend den Anforderungen des Kältebedarfs, eingestellt. Da der Synchronmotor 24 über den gesamten Drehzahlstellbereich ein konstantes Moment abgibt, hat er die gleiche Antriebskennlinie wie das Kälteaggregat, so daß die Leistungsabgabe des Kälteaggregats proportional zur Drehzahl des Synchronmotors 24 ist.

Bei Verwendung des Kältekompressors in einem Kälteaggregat oder einer Wärmepumpe, können die Verdampfungstemperatur ϑ_v an dem im Kältemittelkreis angeordneten Verdampfer oder die Kondensationstemperatur ϑ_k an dem im Kältemittelkreislauf angeordneten Kondensator durch entsprechende Temperatursensoren erfaßt und dem Mikrokompressor 27 zugeführt werden. Dieser wertet die Temperaturwerte aus und stellt entsprechend die Drehzahl des Synchronmotors 24 automatisch auf den Leistungsbedarf des Kälteaggregats bzw. der Wärmepumpe ein. Dabei wird die Drehzahleinstellung des Synchronmotors 24 bevorzugt so gesteuert, daß bis Erreichen einer vorgegebenen Verdampfungs- oder Kondensationstemperatur die eingestellte Drehzahl maximal

ist und danach soweit reduziert wird, daß der vorgegebene Temperaturwert in etwa konstant gehalten wird.

In einer einfacheren Version des Kältekompressors kann der Sensor 28 für die Rotordrehstellung entfallen. In diesem Fall werden die Strom- und Drehzahlkennlinien des Synchronmotors 24 im Mikroprozessor 27 abgelegt und die Regelung erfolgt durch Strom- bzw. Sollfrequenzvorgabe. Wird bei vorgegebener Sollfrequenz der in der Kennlinie vorgegebene Strom überschritten, erfolgt eine Abregelung der Frequenz bis zu dem Bereich, in dem sich der Strom wieder innerhalb der Toleranz befindet.

Als Synchronantrieb mit wicklungslosem Läufer oder Rotor kann im Kältekompressor auch ein Reluktanzmotor eingesetzt werden, dessen mit Zähnen versehener, wicklungsloser, geblechter Rotor wiederum im Spaltrohrtopf 22 angeordnet ist. Die Statorwicklung ist auf ausgeprägten Polen des außen den Spaltrohrtopf 22 umschließenden, ebenfalls geblechten Stators aufgewickelt, wobei jeweils eine Phase der Statorwicklung sich auf diametralen Statorpolen befindet, und ist somit wiederum von dem Spaltrohrtopf 22 gegen das Kältemittel abgeschirmt. Eine sequentielle Erregung der einzelnen Phasen bewirkt das kontinuierliche Drehen des Motors. Die Kommutierung der Phasen wird vom Mikroprozessor 27 durchgeführt, der hierzu das Rotordrehstellungssignal des Sensors 28 verarbeitet. Ein solcher, auch Switched Reluctance-Motor (SR-Motor) genannter Reluktanzmotor ist bekannt und beispielsweise in "Maschinenmarkt, Würzburg 99 (1993)" Heft 13, S. 87 + 88 beschrieben.

Patentanwalt	Mülbergr. 65	Zugelassener Vertreter beim
Dipl.-Ing. Volkhard Kratzsch	D-7300 Esslingen	Europäischen Patentamt
	Postfach 90	European Patent Attorney
Telefon 07 11/31 7000		Deutsche Bank Esslingen 210906
Telefax 07 11/31 32 48		Postgiroamt Stuttgart 10004-701

Arnold Müller GmbH & Co. KG
7312 Kirchheim/Teck

4.6.1993
Anwaltsakte 5506-A

Schutzansprüche

1. Kältekompressor für Kühlaggregate, Klimaanlage, Wärmepumpen u.dgl. mit einem hermetisch gegen Kältemittelaustritt verschlossenen, Anschlüsse (11,12) für einen Kältemittelkreislauf aufweisenden Kompressorgehäuse (10), mit mindestens einem im Kompressorgehäuse (10) angeordneten, mittels einer Kompressorwelle (15) angetriebenen Kompressorelement (13,14) zur Kältemittelverdichtung, mit einem Elektromotor, der einen drehfest mit der Kompressorwelle (15) verbundenen Rotor (16) und einen den Rotor (16) unter Belassung eines Ringspalts (17) konzentrisch umschließenden Stator (18) mit Statorwicklung (19) aufweist, und mit einem zum Elektromotor koaxial angeordneten Spaltrohrtopf (22), der sich mit seiner Rohrwand (221) durch den Ringspalt (17) zwischen Stator (18) und Rotor (16) hindurch erstreckt und mit seiner Topföffnung (222) kältemitteldicht an dem Kompressorgehäuse (10) festgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor als Synchronantrieb (24) mit

9320524

93.08.94

2

wicklungslosem Rotor (16) und mit einer Hochlaufhilfe und Drehzahlsteuerung ausgebildet ist.

2. Kältekompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochlaufhilfe und Drehzahlsteuerung mittels eines an sich bekannten Frequenzumrichters (26) realisiert ist, der von einem Mikroprozessor (27) gesteuert ist.
3. Kältekompressor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mikroprozessor (27) die momentane Verdampfungstemperatur (T_v) an einem im Kältemittelkreislauf angeordneten Verdampfer oder die momentane Kondensationstemperatur (T_k) an einem im Kältemittelkreislauf angeordneten Kondensator zugeführt ist und daß der Mikroprozessor (27) die Drehzahl des Synchronantriebs in Abhängigkeit von diesen Temperaturwerten (T_v, T_k) einstellt.
4. Kältekompressor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (27) die Drehzahleinstellung des Synchronantriebs so steuert, daß bis Erreichen einer vorgegebenen Verdampfungs- oder Kondensationstemperatur (T_v, T_k) die eingestellte Drehzahl maximal ist und danach soweit reduziert wird, daß der vorgegebene Temperaturwert konstant gehalten wird.
5. Kältekompressor nach einem der Ansprüche 2 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (28) zur Erfassung der momentanen Rotordrehstellung vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal dem Mikroprozessor (27) zugeführt ist, und daß der Mikroprozessor (27) den Frequenzumrichter (26) in Abhängigkeit von der Rotordrehstellung ansteuert.

93.08.94

6. Kältekompressor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (28) einen mit dem Rotor (16) fest verbundenen Geber (281) und einen am Spaltrohrtopf (22) befestigten Aufnehmer (282) aufweist, dessen Ausgang mit einem Eingang des Mikroprozessors (27) verbunden ist.
7. Kältekompressor nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Synchronantrieb ein Synchronmotor (24) mit Permanentmagnetrotor (16) ist.
8. Kältekompressor nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Synchronantrieb ein Reluktanzmotor ist.

.....

23.08.94

1 / 2

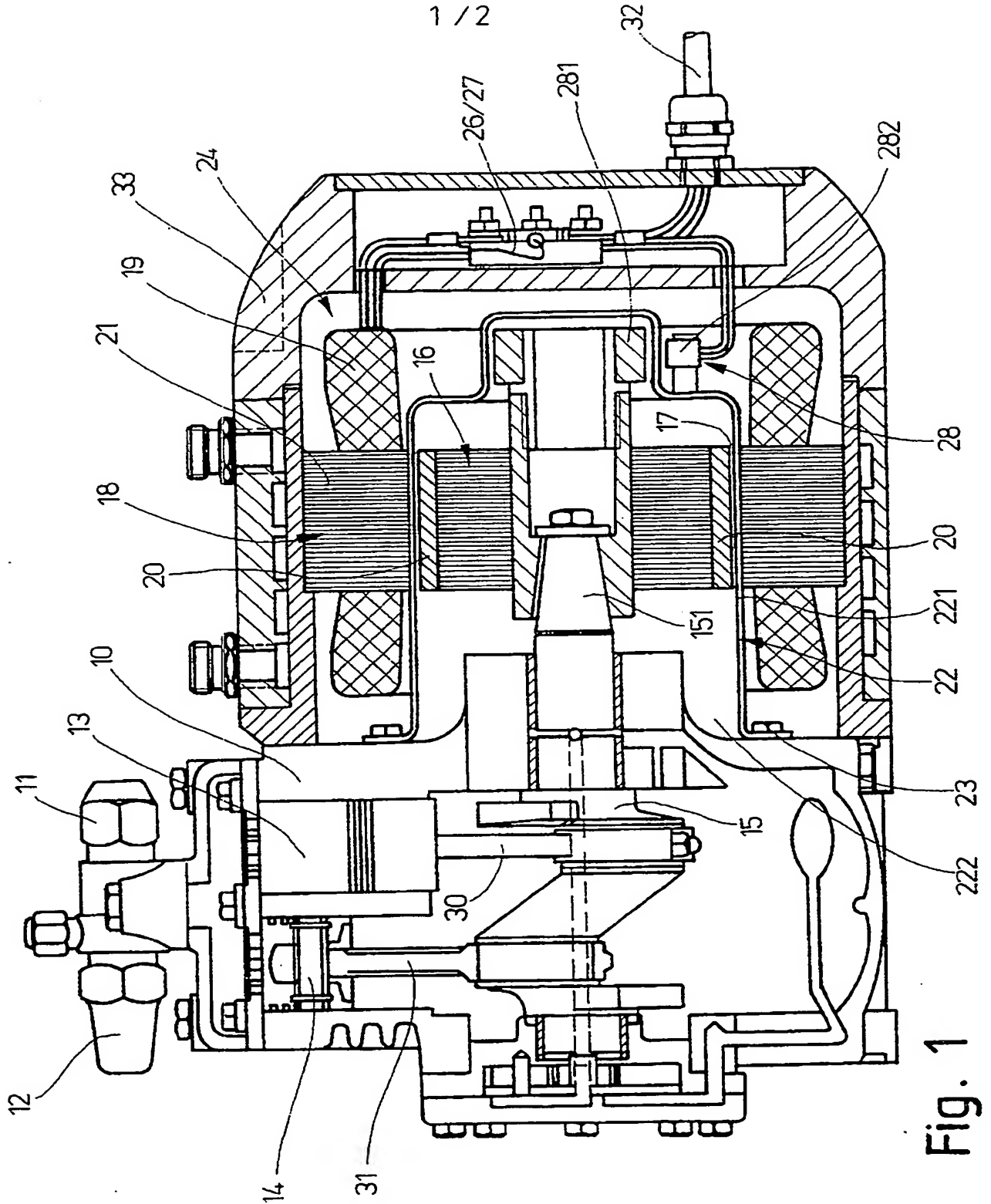


Fig. 1

Anm.: Arnold Müller GmbH & Co.KG	Anz.: 2	Bl.Nr.: 1
Patentanwalt Dipl.-Ing. Volkhard Kratzsch D-7360 Esslingen, Telefon 0711-31 70 00	Akte: 5506-A	

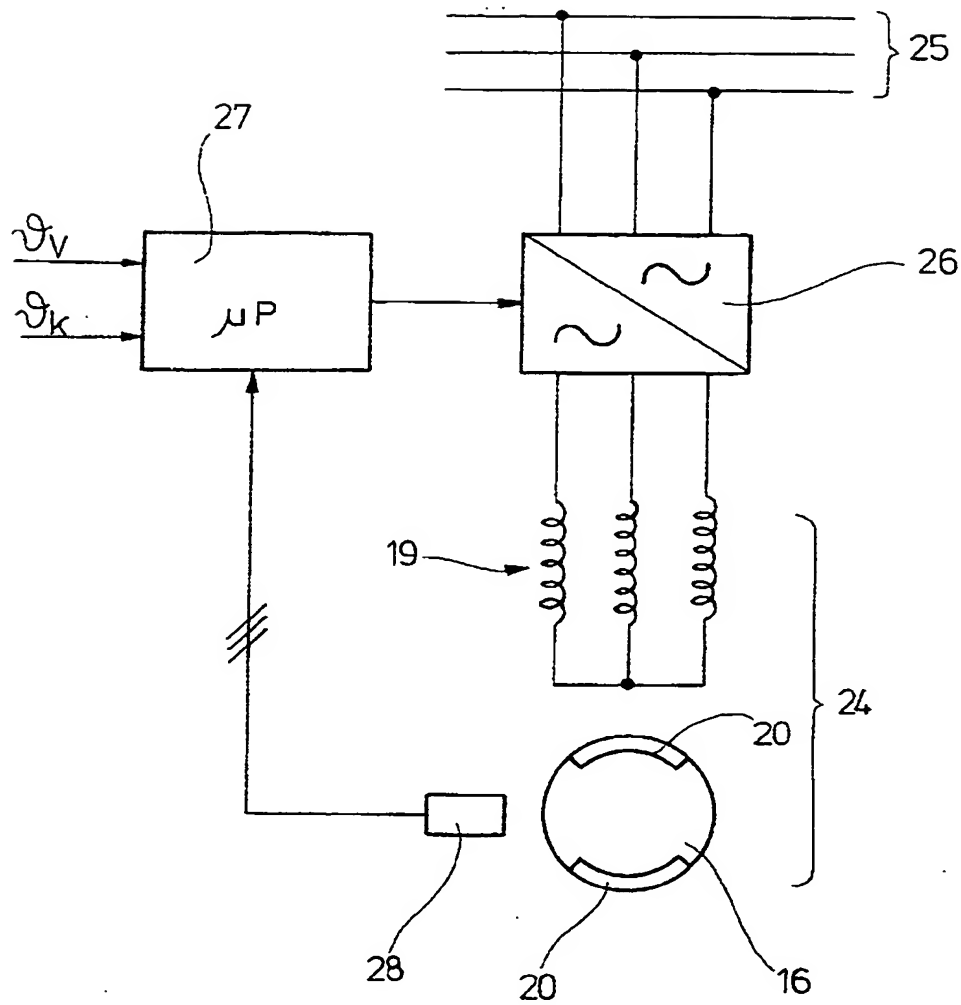


Fig. 2

Anm.: Arnold Müller GmbH & Co.KG	Anz.: 2	Bl. Nr.: 2
Patentanwalt: Dipl.-Ing. Volkhard Kratzsch D-7300 Esslingen, Telefon 07 11-31 70 00	Akte: 5506-A	